

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ БИОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА

ИЗВЕШТАЈ КОМИСИЈЕ

за избор др Софије Марковић у научно звање

На II редовној седници Наставно-научног већа Биолошког факултета, одржаној 15. 12. 2025. године, именовани смо у комисију за избор др Софије Марковић у научно звање научни сарадник. Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу увида у њен научни рад и публикације, Наставно-научном већу Биолошког факултета подносимо овај извештај.

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Име и презиме: Софија З. Марковић

Година рођења: 1996. година

Радни статус: запослена

Назив институције у којој је запослена: Биолошки факултет Универзитета у Београду

Претходна запослења: Биолошки факултет Универзитета у Београду

Образовање:

Основне академске студије: 2015. - 2019. године, студијски програм Биологија, модул Молекуларна биологија и физиологија, Биолошки факултет, Универзитет у Београду, Србија.

Одбрањен мастер рад: 2020., Биолошки факултет, Универзитет у Београду.

Одбрањен мастер рад: 2024., Мултидисциплинарне студије, Универзитет у Београду

Одбрањена докторска дисертација: 2025., Биолошки факултет, Универзитет у Београду,

Постојеће научно звање: -

Постојеће наставно звање: асистент

Научно звање за које се подноси захтев: научни сарадник

Датуми избора у стечена научна звања:

Истраживач приправник: 13. 11. 2020. године, на Биолошком факултету Универзитета у Београду

Истраживач сарадник: 9. 9. 2022. године, на Биолошком факултету Универзитета у Београду

Област науке у којој се тражи звање: Природно-математичке науке

Грана науке у којој се тражи звање: Биологија

Научна дисциплина у којој се тражи звање: Биофизика

Назив матичног одбора којем се захтев упућује: Матични одбор за биологију

Стручна биографија

Софија З. Марковић (р. 1996, Београд) основне студије Молекуларне биологије и физиологије на Биолошком факултету уписала је 2015. и дипломирала 2019. као студент генерације (просек 9,97). Мастер студије Биофизике завршила је 2020. са просеком 10,00, након чега је уписала докторске студије Биофизике и биоинформатике.

На Биолошком факултету је запослена од 2021: као истраживач приправник, од 2022. истраживач сарадник, а од 2024. асистент. Докторску дисертацију „Примене машинског учења и епидемиолошког моделирања у разумевању тежине прогресије COVID-19 у светској популацији“ одбранила је 5. новембра 2025. под менторством проф. др Марка Ђорђевића и др Игора Салома. Члан је Групе за квантитативну биологију проф. Ђорђевића и учествује у настави на предметима Основи биоинформатике, Основи биофизике и Системска биологија.

Коаутор је шест радова у међународним часописима (просечни IF2 = 6,6) и први аутор поглавља о приступима системске биологије у изучавању ширења ковида 19, објављеног у књизи Systems Biology (Springer Nature). У оквиру пројекта Фонда за науку Републике Србије, q-bioBDS бавила се динамичким моделирањем и стохастичким симулацијама токсин-антитоксин система. Ради усавршавања у машинском учењу завршила је мастер програм Напредна анализа података (УБ, 2024, просек 10,00), са радом о квантитативном моделовању бактеријске перзистенције.

Последњих година учествовала је на десет међународних конференција и више специјализованих програма, укључујући тренинг курсеве Међународног центра за теоријску физику (Ниш 2022, Сао Пауло 2023) и Медитеранску летњу школу машинског учења (Сплит 2025).

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Примарна истраживања кандидаткиње припадају научним дисциплинама биофизика и рачунска биологија, са правцима наведеним испод: Три истраживачка правца кандидаткиње су: (1) анализа преносивости ковида 19 у првом таласу пандемије (2) анализа тежине прогресије ковида 19 у првом таласу пандемије (3) анализа преносивости високо заразног омикрон соја SARS-CoV-2.

(1)

У анализи преносивости ковида-19 у првом таласу пандемије, основни репродукциони број вируса добијен из динамичког модела коришћен је као зависна варијабла у регресионим методама машинског учења ради издвајања најважнијих метеоролошких, еколошких, социоекономских и здравствених фактора ризика. Регуларизационе регресије издвојиле су мањи број потенцијалних фактора ризика, чија је релевантност потврђена нелинеарним методама заснованим на стаблима одлучивања (Random Forest, Gradient Boost). У оквиру овог правца истраживања, кандидаткиња је била коаутор на радовима (*GeoHealth* 5, 2021) и (*Environ. Res.* 201, 2021).

(2)

У анализи тежине прогресије COVID-19 у првом таласу пандемије, кандидаткиња је учествовала у формулисању нове мере тежине болести — однос стопе смртности и стопе опоравка (m/r) изведен из одељачког епидемиолошког модела. Ова мера има јасну механистичку интерпретацију, независна је од преносивости вируса и може се једноставно одредити на основу јавно доступних података, што је издваја у односу на уобичајене показатеље попут стопе морталитета. Употреба m/r као зависне варијабле у регресијама машинског учења на нивоу савезних држава САД-а (*One Health* 13, 2021) омогућила је потврду њене валидности кроз репродукцију познатих фактора ризика, али и идентификацију потенцијалних нових детерминанти недоступних клиничким студијама. Овај приступ је допринео и тумачењу позитивне асоцијације Глобалног индекса здравствене безбедности и тежег епидемиолошког исхода (*Scientific Reports* 12, 2022). Кандидаткиња је била и коаутор и студије у којој је потврђено постојање повишеног ризика од тешког исхода код мањинског становништва на нивоу округа САД-а (*Frontiers in Big Data* 6, 2023).

(3)

У анализи преносивости омикрон варијанте као мера преносивости коришћен је ефективни репродукциони број (Re) у периоду око максимума таласа, док је скуп предиктора обухватао стечени имунитет, показатеље мобилности, старосну структуру, преваленцу хроничних болести, кашњење почетка таласа и друге социоекономске факторе. Регресије машинског учења издвојиле су млађу популацију, ранији почетак таласа, повећану мобилност, низак природни имунитет и ниску покривеност бустер дозама као главне факторе већег Re . Показано је да су ови фактори били израженији у афричким земљама, међутим сама Јужноафричка република, где је омикрон варијанта први пут забележена, није се издвајала као најризичнија држава што указује да на место појаве нове варијанте, поред јасних епидемиолошких детерминанти, могу утицати и мање уочљиви, потенцијално стохастички фактори (*Environ. Res.* 216, 2023).

3. ПРИКАЗ НАЈЗНАЧАЈНИЈИХ РЕЗУЛТАТА

Др Софија Марковић је у свом досадашњем раду објавила укупно 6 радова у међународним часописима, од тога један рад у водећем међународном часопису категорије M21a+, 3 рада у водећем међународном часопису категорије M21a и 2 рада у водећем међународном часопису категорије M21. Такође, први је аутор поглавља у монографији категорије M13.

Као најзначајнији резултат може се истаћи следећи рад:

1. **Markovic, S., Rodic, A., Salom, I., Milicevic, O., Djordjevic, Mag., Djordjevic, Mar.,** COVID-19 severity determinants inferred through ecological and epidemiological modeling. *One Health* 13, 100355, 2021. doi: 10.1016/j.onehlt.2021.100355 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34869819/> (M21a, $IF_{IF2, 2021} = 9,00$, 18/301 Public, Environmental & Occupational Health)

У оквиру рада приказани су најзначајнији налази анализе детерминанти тежине клиничке прогресије COVID-19 на нивоу Сједињених Америчких Држава, уз посебан нагласак на евалуацији епидемиолошког показатеља m/r , односа стопе смртности и

тежине прогресије болести изведен из динамичког епидемиолошког модела ковида 19, као независне епидемиолошке мере са јасном механистичком интерпретацијом. Утврђена слаба корелацију између m/r и основног репродукционог броја R_0 , указује да се тежина прогресије болести може посматрати као карактеристика одвојена од динамике преноса вируса. Насупрот томе, кумулативни број заражених и преминулих показује очекивано високу међусобну повезаност.

Сprovedена је серија униваријатних корелационих анализа између m/r и широког скупа метеоролошких, еколошких, демографских и социоекономских фактора, након чега су примењене четири регресионе методе машинског учења са m/r као одзивном променљивом. Ове анализе омогућиле су идентификацију предиктора са највећим доприносом тежини прогресије. Како би се разјаснила уочена негативна корелација између учешћа становништва без здравственог осигурања и тежине прогресије, регресионе анализе су поновљене без овог предиктора. Резултати су показали да је реч о маскирајућем ефекту који прикрива доминантан утицај **старости популације** и **густине насељености**, два фактора чији је значај конзистентан са раније објављеним налазима.

Појединачни ефекат сваког значајног предиктора на m/r квантификован је и графички представљен применом бар дијаграма, што је омогућило директно поређење релативних доприноса у оквиру свих примењених модела. Додатно, значајне главне компоненте изведене у моделима машинског учења интерпретиране су кроз њихову корелацију са изворним променљивама, чиме је омогућено разумевање структурних обрасца унутар високодимензионалног скупа података.

Поред конзистентне репродукције познатих клиничких детерминанти, као што су **старосна структура популације** и **преваленца хроничних обољења**, анализа је истакла и неколико потенцијално значајних фактора тежине прогресије, укључујући **загађење ваздуха**, **густину популације** и **већи удео становништва афричког порекла**. Ови резултати указују на значајну улогу еколошких и социодемографских фактора у обликовању просторне варијабилности исхода COVID-19, те пружају емпиријски оквир за даља истраживања у области епидемиолошког моделирања и процене ризика.

Кандидаткиња је у овој студији учествовала у формулисању нове мере тежине прогресије болести (m/r), прикупљању и анализи података у програмском језику MATLAB, визуелизацији и интерпретацији резултата, претрази релевантне научне литературе као и писању рада.

4. ПОКАЗАТЕЉИ УСПЕХА У НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКОМ РАДУ

4.1. Утицајност:

Радови Софије З. Марковић су цитирани укупно 57 пута (49 без аутоцитата), h -индекс = 5 и $i10$ индекс = 2, према Web of Science.

4.2. Међународна научна сарадња:

--

4.3. Руковођење пројектима и потпројектима (радним пакетима)

--

4.4. Уређивање научних публикација

--

4.5. Предавања по позиву (осим на конференцијама)

--

4.6. Рецензирање пројеката и научних резултата

--

4.7. Учешће у настави:

Софија Марковић учествује у настави на Биолошком факултету, где је запослена као асистент и тренутно је укључена у курсеве Основи биоинформатике, Основи биофизике и Системска биологија на основним академским студијама.

4.8. Награде и признања

Софија Марковић носилац је Повеље за изузетан успех током студирања, којом је награђена као најбоља студенткиња генерације Биолошког факултета која је дипломирала у школској 2018/2019 години, додељене од стране Универзитета у Београду 14. 9. 2020. године.

4.9. Допринос развоју одговарајућег научног правца

--

5. БИБЛИОГРАФИЈА КАНДИДАТА

Према Правилнику о стицању истраживачких и научних звања („Службени гласник Републике Србије“ бр. 80/2024), који се примењује од 1. јуна 2025 (члан 9. тачка 5.) приликом првог покретања поступка избора у научно звање резултати се приказују каријерно (комплетна научна продукција). Публикације су разврстане по М категоријама у обрнутом хронолошком редоследу. Библиографија кандидаткиње обухвата следеће научне радове и конгресна саопштења:

Поглавља у монографијама и радови у тематским зборницима (M13) (5 бодова)

1. **Marković S**, Salom I, Djordjevic M. Systems Biology Approaches to Understanding COVID-19 Spread in the Population. In: Bizzarri M, editor. Systems Biology. Springer, New York, 2024., volume 2745, p. 233–53. ISBN: 978-1-0716-3577-3 https://doi.org/10.1007/978-1-0716-3577-3_15

Радови у водећем међународном часопису категорије M21a+ (20 бодова)

1. Djordjevic, Mar., **Markovic, S.**, Salom, I., Djordjevic, Mag., Understanding risk factors of a new variant outburst through global analysis of Omicron transmissibility, Environmental Research 216, 114446, 2023. doi: 10.1016/j.envres.2022.114446 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36208783/>
(M21a+, IF_{IF2}, 2023 = 7,7, 16/408, Public, Environmental & Occupational Health)

Радови у водећем међународном часопису категорије M21a (12 бодова):

2. **Markovic, S.**, Rodic, A., Salom, I., Milicevic, O., Djordjevic, Mag., Djordjevic, Mar., COVID-19 severity determinants inferred through ecological and epidemiological modeling. *One Health* 13, 100355, 2021. doi: 10.1016/j.onehlt.2021.100355 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34869819/>
(M21a, IF_{IF2}, 2021 = 9,00, 18/301 Public, Environmental & Occupational Health), *8 аутора, нормирано 10 бодова
3. Milicevic, O., Salom, I., Rodic, A., **Markovic, S.**, Tumbas, M., Zigic, D., Djordjevic, Mag., Djordjevic, Mar., PM2.5 as a major predictor of COVID-19 basic reproduction number in the USA. *Environ. Res.* 201, 111526, 2021. doi: 10.1016/j.envres.2021.111526 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34174258/>
(M21a, IF_{IF2}, 2021 = 8,431, 22/301, Public, Environmental & Occupational Health) *8 аутора, нормирано 7,5 бодова
4. Djordjevic, Mar., Salom, I., **Markovic, S.**, Rodic, A., Milicevic, O., Djordjevic, Mag. Inferring the Main Drivers of SARS-CoV-2 Global Transmissibility by Feature Selection Methods. *GeoHealth* 5, e2021GH000432. 2021. doi: 10.1029/2021GH000432 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34568708/>
(M21a, IF_{IF2}, 2021 = 6.343, 44/301, Public, Environmental & Occupational Health) *6 аутора, нормирано 10 бодова

Радови у водећем међународном часопису категорије M21 (8 бодова):

5. Tumbas, M., **Markovic, S.**, Salom, I., Djordjevic, M., A large-scale machine learning study of sociodemographic factors contributing to COVID-19 severity. *Frontiers in big data* 6, 1038283, 2023. doi: 10.3389/fdata.2023.1038283 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37034433/>
(M21, IF_{IF2}, 2022 = 3,1, 36/134, Multidisciplinary Sciences)
6. **Markovic, S.**, Salom, I., Rodic, A., Djordjevic, M., Analyzing the GHSI puzzle of whether highly developed countries fared worse in COVID-19. *Scientific Reports* 12, 17711. 2022. doi: 10.1038/s41598-022-22578-2 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36271249/>
(M21, IF_{IF2}, 2021 = 4,997, 19/74, Multidisciplinary Sciences)

Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34) (0,5 бодова)

1. **Markovic S.**, Djordjevic Mag, OU, H-Y., Djordjevic Mar., Mathematical Modeling of Type I Toxin-Antitoxin Systems as a Mechanism of Bacterial Persistence, BIOMAT 2025 International Symposium, November 10-13 2025, Belgrade, Serbia, URL: <http://www.biomat.org/biomat2025/indexbiomat2025.html>
2. **Markovic S.**, Djordjevic Mag, OU, H-Y., Djordjevic Mar., Understanding bacterial persistence through type I toxin-antitoxin system modeling, EMBO | EMBL Symposium: Mechanisms of drug resistance and tolerance in bacteria, fungi, and cancer, March 18-21 2025, Heidelberg, Germany, Book of Abstracts (p.40), Published

by: EMBL Advanced Training Centre. URL: <https://www.embl.org/about/info/course-and-conference-office/events/ees25-01/>

3. **Markovic S.**, Djordjevic Mag., OU, H-Y. Djordjevic Mar., Unraveling Bacterial Persister Formation: Insights from a Type I Toxin-Antitoxin System Model, Belgrade Bioinformatics Conference - BELBI, June 17 - 20 2024, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts (p.63), Published by: Institute of Molecular Genetics and Genetic Engineering, University of Belgrade. URL: <https://archive.belbi.bg.ac.rs/2024/>
4. **Markovic S.**, Djordjevic Magdalena, Djordjevic Marko, A quantitative model of antibiotic persister formation by type I toxin-antitoxin systems, EMBL Symposium Theory and Concepts in Biology, July 18 - 21, 2023, Heidelberg, Germany. URL: <https://www.embl.org/about/info/course-and-conference-office/events/ees25-03/>
5. **Markovic S.**, Djordjevic Mag., Djordjevic Mar. A Nonlinear Dynamics Model of Antibiotic Persister Formation by Type I Toxin-Antitoxin Systems, 5th South-East European Conference on Computational Mechanics - SEECCM, July 5-7 2023, Vrnjacka Banja, Serbia, Book of Abstracts (p.30), Published by: Srpsko društvo za računsku mehaniku. ISBN: 978-86-921243-1-0. URL: <http://www.seeccm2023.kg.ac.rs/>
6. **Markovic S.**, Rodic A., Milicevic O., Salom I., Djordjevic Mag., Djordjevic Mar. Machine learning approach in inferring main population-level COVID-19 risk factors, Belgrade Bioinformatics Conference - BELBI, June 19 - 23 2023, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts (p.58), Published by: Institute of Molecular Genetics and Genetic Engineering, University of Belgrade. ISBN: 978-86-82679-14-1. URL: <https://archive.belbi.bg.ac.rs/2023/> * нормирано - 6 аутора: 0,42 бода
7. **Markovic S.**, Rodic A., Salom I., Milicevic O., Djordjevic Mag., Djordjevic Mar. Inferring environmental drivers of COVID-19 severity by machine learning. FEMS Conference on Microbiology, 30 June - 2 July 2022, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts (p.125), Published by: Serbian Society of Microbiology. ISBN: 978-86-914897-8-6. URL: <https://fems-microbiology.org/opportunities/fems-conference-on-microbiology/> * нормирано - 6 аутора: 0,42 бода
8. **Markovic S.**, Rodic A., Salom I., Milicevic O., Djordjevic Mag., Djordjevic Mar. Inferring COVID-19 severity determinants by combining epidemiological modeling and machine learning. 2nd Conference on Nonlinearity, October 18-22 2021, Belgrade, Serbia. URL: <https://www.nonlinearity2021.matf.bg.ac.rs/> * нормирано - 6 аутора: 0,42 бода
9. **Markovic S.**, Djordjevic Mar., Djordjevic Mag., Rodic A., Salom I., Milicevic O., Ilic, B., Zigic D., Stojku, S. A systems biology approach to understanding SARS-CoV-2 transmissibility in population. 10th Moscow Conference on Computational Molecular Biology MCCMB21, July 30th - August 2nd 2021, Moscow, Russia. Abstract Book: URL: <https://mccmb.belozersky.msu.ru/2021/thesis/pages/author.utf8.html#M>. Published by: Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences (Kharkevich Institute). ISBN: 978-5-901158-32-6 * нормирано - 9 аутора: 0,28 бода
10. **Markovic S.**, Milicevic O., Rodic A., Zigic D., Tumbas M., Salom I., Djordjevic Mag., Djordjevic Mar. A bioinformatics approach to inferring environmental drivers of SARS-CoV-2 transmissibility, Belgrade BELBI 2021, June 21-25 2021, Vinča, Serbia, Book of Abstracts (p.83), Biologia Serbica, Vol.43 - No.1 (Special Edition), Published

by: Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, University of Novi Sad.
ISSN: 2334-6590. URL: <https://www.icgeb.org/bioinformatics-conference-serbia-2021/> * нормирано - 8 аутора: 0,31 бод

Саопштења са скупа националног значаја штампана у изводу (M64) (0,5 бодова)

11. **Markovic S.**, Rodic A., Milicevic O., Salom I., Djordjevic Mag., Djordjevic Mar.,
Primena mašinskog učenja u epidemiološkom modeliranju: Analiza globalnih faktora
rizika kovida-19, Konferencija Veštačka Inteligencija December 26-27 2023, Belgrade,
Serbia. Book of abstracts (p.70), Published by: Odeljenje tehničkih nauka SANU i
Matematički institut SANU, Beograd URL:
https://www.mi.sanu.ac.rs/~ai_conf/previous_editions/2023/AI_Conference_Book_of_Abstracts.pdf * нормирано - 6 аутора: 0,42 бода

Докторска дисертација (M70) (6 бодова)

Софија З. Марковић, „Примене машинског учења и епидемиолошког моделирања у
разумевању тежине прогресије COVID-19 у светској популацији“, 2025. године,
ментори: проф. др Марко Ђорђевић и др Игор Салом, Студијски програм Молекуларна
Биологија, подмодул Биофизика са биоинформатиком, Биолошки факултет, Универзитет
у Београду.

7. КВАНТИФИКАЦИЈА НАУЧНИХ РЕЗУЛТАТА КАНДИДАТА

Врста резултата	Вредност резултата	Укупан број резултата (укупан број резултата који подлежу нормирању)	Укупан број бодова (укупан број бодова након нормирања)
M13	5	1	5
M21a+	20	1	20
M21a	12	3 (3)	36 (27,5)
M21	8	2	16
M34	0,5	10 (4)	5 (4,35)
M64	0,5	1 (1)	0,5 (0,42)
M70	6	1	6
Укупно		22 (5)	88,5 (79,27)

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у тражено научно звање

Диференцијални услов за оцењивани период за избор у научно звање: научни сарадник	Неопходно	Остварени нормирани број бодова
Укупно	16	79,27
Обавезни M11+M12+M21+M22+M23+M91+M92+M93	6	63,5

Према Правилнику о стицању истраживачких и научних звања („Службени гласник Републике Србије“ бр. 80/2024), који се примењује од 1. јуна 2025., кандидат испуњава квантитативне услове за стицање звања научни сарадник.

8. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу увида у научноистраживачки рад др Софије Марковић, њену биографију, библиографију и резултате докторске дисертације, Комисија оцењује да кандидаткиња испуњава све услове прописане Правилником за избор у звање научни сарадник.

Др Софија Марковић је континуирано укључена у научноистраживачки рад, са шест радова у ремираним међународним часописима са значајним импакт факторима, као и са низом саопштења на међународним конференцијама. Њена истраживања обухватају примену савремених рачунских и биофизичких метода и модела, што указује на високу научну компетентност и самосталност у раду. Комисија оцењује да је кандидаткиња активно допринела научној заједници кроз учешће у пројектима, интернационалним тренинг курсевима и научним конференцијама.

Имајући у виду наведено, Комисија једногласно предлаже Наставно-научном већу Биолошког факултета Универзитета у Београду да се др Софија Марковић изабере у звање **научни сарадник**.

У Београду,

15. 12. 2025.

Чланови комисије:

проф. др Марко Ђорђевић, редовни професор,
Универзитет у Београду-Биолошки факултет

др Игор Салом, научни саветник,
Универзитет у Београду-Институт за физику у Београду

др Анђела Родић, доцент,
Универзитет у Београду-Биолошки факултет